



KINETIKA REAKSI PEMBUATAN KALSIMUM KARBONAT DARI LIMBAH PUPUK ZA DENGAN PROSES SODA

Suprihatin, Ambarita R.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur
Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60249

ABSTRACT

Reaction Kinetics of Calcium Carbonate Preparation from Fertilizer (ZA) waste by Soda Process was investigated in this research. The preparation process utilize chalk solid waste from PT Petrochemical Industry Gresik. Ca(OH)_2 formed reacted with soda ash to be Calcium carbonate. Where in this research studies Calcium hydroxide mole influence with soda ash, temperature, operated and operating time to Calcium carbonate conversion formed. In this research also is set the pace reaction and energy activation.

From research gotten, to determine order reaction and the price of k is applied [by] integral method, where [by] graph plot between $\ln(1 - X_A)$ vs t yields straight line, so that provable that the reaction follows reaction of order one illusions.

Level of energy activation and factor hammering got, that is $E = 2841,6087 \text{ cal/mol}$ and $k_0 = 0,0252 \text{ menit}^{-1}$, by way of plot between $1/T$ vs $-\ln k$ and got [by] straight line.

So that inferential that mole comparison, temperature operated and operating time can determine velocity constant reaction and energy activation at reaction of forming of Calcium carbonate from Calcium hydroxide with soda ash.

Keyword : kinetics, fertilizer, Calcium Carbonat

ABSTRAK

Kinetika Reaksi Pembuatan Kalsium karbonat dari Limbah Pupuk ZA dengan proses Soda ini menggunakan limbah padat kapur dari PT Petrokimia Gresik. Ca(OH)_2 yang terbentuk direaksikan dengan soda abu untuk menjadi Kalsium karbonat. Dimana dalam penelitian ini mempelajari pengaruh mol Kalsium Hidroksida dengan soda abu, suhu, operasi dan waktu operasi terhadap konversi Kalsium karbonat yang terbentuk. Dalam penelitian ini juga ditentukan kecepatan reaksi dan energy aktivasi.

Dari data penelitian yang didapat, untuk menentukan orde reaksi dan harga k digunakan metode integral, dimana dibuat plot grafik antara $\ln(1 - X_A)$ vs t menghasilkan garis lurus, sehingga dapat dibuktikan bahwa reaksi tersebut mengikuti reaksi orde satu semu.

Besarnya energy aktivasi dan factor tumbukan yang didapatkan, yaitu $E = 2841,6087 \text{ cal/mol}$ dan $k_0 = 0,0252 \text{ menit}^{-1}$, dengan jalan mengplotkan antara $1/T$ vs $-\ln k$ dan didapatkan garis lurus.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa perbandingan mol, suhu operasi dan waktu operasi dapat menentukan konstanta kecepatan reaksi dan energy aktivasi pada reaksi pembentukan Kalsium karbonat dari Kalsium Hidroksida dengan soda abu.

Kata kunci : kinetika, limbah, Calsium Carbonat

Pendahuluan

Indonesia adalah Negara agrarian, swasembada pangan telah dicanangkan, telah tercapai dan bahkan selalu diupayakan akan peningkatannya. Semakin majunya bidang pertanian maka kebutuhan akan pupuk pada umumnya, ZA pada khususnya semakin meningkat sehingga tuntutan akan kemampuan penyediaan dan pengadaan semakin meningkat pula. Pupuk ZA memang telah mampu diproduksi didalam negeri dan bahkan jumlahnya makin bertambah. Produksi pupuk tersebut menghasilkan limbah padat dalam jumlah ribuan ton dan perlu diupayakan kemungkinan pemanfaatannya.



Pada penelitian ini peneliti membuat Kalsium karbonat dari Kristal Kalsit limbah padat pupuk ZA yaitu dari Pabrik Petrokimia dengan mereaksikannya dengan proses soda, sehingga dapat ditentukan tingkat reaksi kimia dan laju reaksi kimia.

Komposisi kimia limbah padat dari PT Petrokimia Gresik antara lain :

Ca	: 30 – 32,8%
CO ₂	: 33 – 35%
SO ₄	: 10 – 11%
H ₂ O	: 16 - 20%

Dengan ukuran butir antara : 0,09 – 0,13 mm

Komposisi yang ada tersebut diatas dapat dipastikan bahwa limbah hasil samping industry pupuk ZA belum bisa dimanfaatkan secara langsung.

Pengolahan mutlak diperlukan, yaitu dengan :

1. Kalsinasi.
2. Pembuatan susu kapur.

Kinetika Reaksi

Laju reaksi kimia adalah laju perubahan dari mol reaktan setiap saat menjadi hasil.

Ada beberapa faktor yang berperan penting dalam suatu kinetika reaksi, diantaranya :

- Waktu reaksi
Makin lama waktu reaksi makin besar konversi yang dicapai pada proses batch, waktu reaksi dapat ditentukan berdasarkan kualitas hasil yang diinginkan tetapi suhu harus dijaga konstan selama reaksi berlangsung.
Prinsip-prinsip yang sama diterapkan secara kontinyu.
- Suhu reaksi
Hubungan antara tetapan laju reaksi dan suhu mengikuti persamaan Arrhenius, yaitu :

$$k = A \cdot e^{-E/RT}$$

dengan :

k : tetapan laju reaksi

A : factor frekuensi

E : tenaga aktivasi

R : tetapan gas

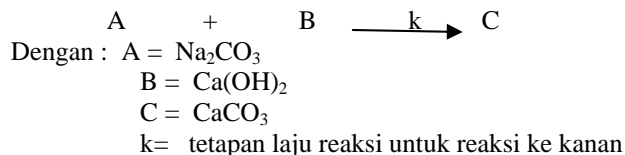
T : suhu (⁰K)

Tinjauan Reaksi

Ditinjau dari fasa masing-masing yang bereaksi, reaksi antara soda abu dan susu kapur yang telah terhidrasi dapat disimpulkan bahwa reaksi tersebut adalah reaksi homogen.

Orde Reaksi

Reaksi pembentukan Kalsium karbonat dapat dituliskan :

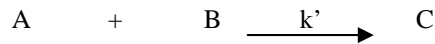


Untuk menentukan laju reaksi kearah kanan yaitu dengan mengabaikan laju reaksi kearah kiri. Hal ini disebabkan karena pada tahap awal reaksi hanya berjalan kearah kanan dan pada umumnya laju reaksi kearah kiri jauh lebih kecil dari pada tetapan laju reaksi kearah kanan sehingga persamaan reaksi dapat ditulis :

$$-r_A = k C_A C_B$$



Dengan pertimbangan hal tersebut diatas dimana C_B dalam keadaan berlebih maka persamaan menjadi :



Dengan : $C_B = \text{konstanta}$, sehingga $k C_B = k'$

Maka :

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k' C_A$$

Harga k didapat dari :

$$k' = k C_B$$

$$k = k' / C_B$$

Jika diintegalkan akan diperoleh :

$$\int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A} = k' \int_0^t dt$$

$$-\ln \frac{C_A}{C_{A0}} = k' t$$

Untuk volume konstan V maka :

$$C_A = C_{A0} (1 - X_A)$$

$$-dC_A = C_{A0} \cdot dX_A$$

Dimana :

C_{A0} = konsentrasi mula-mula A (gr/mol)

X_A = konversi (bagian A yang bereaksi)

Karena $C_A = C_{A0} (1 - X_A)$ maka persamaan menjadi :

$$\frac{dX_A}{dt} = k' (1 - X_A)$$

Jika diintegalkan menjadi :

$$\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{1 - X_A} = k' \int_0^t dt$$

Maka:

$$-\ln (1 - X_A) = k' t + b$$

Dimana :

X = konversi

k' = konstanta kecepatan reaksi, menit^{-1}

t = waktu, menit^{-1}

b = tetapan

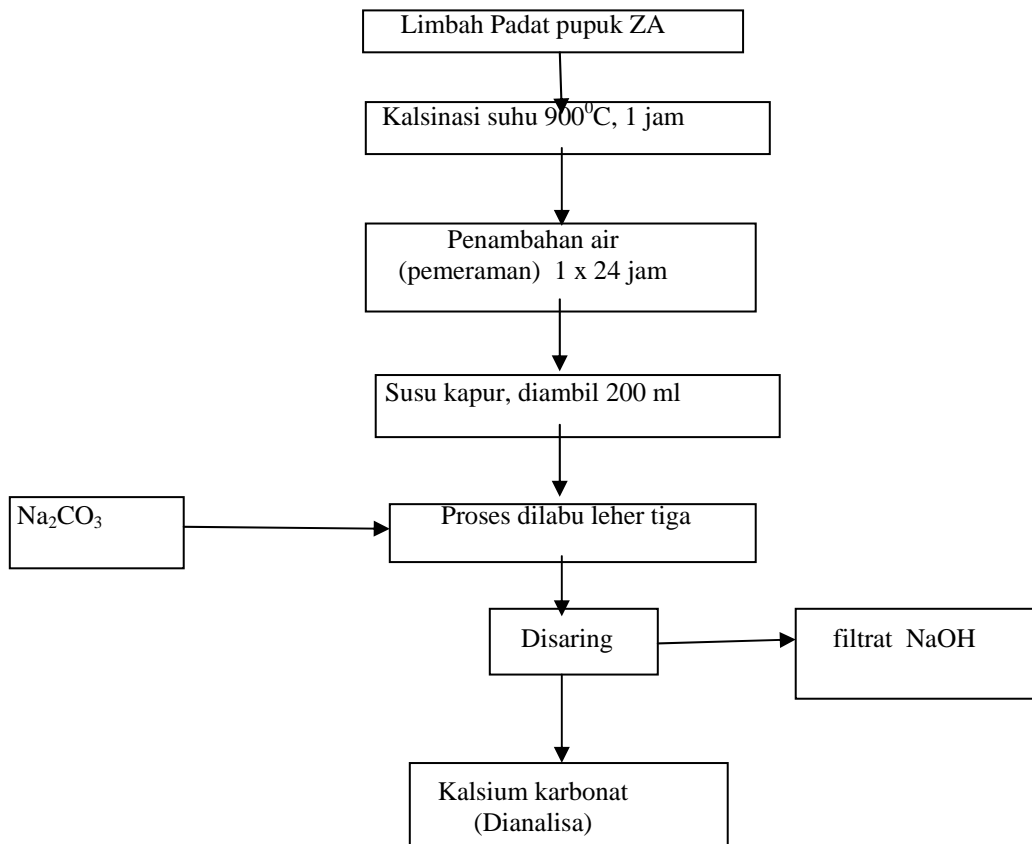
kemudian dibuat grafik antara $-\ln (1 - X_A)$ terhadap waktu reaksi (t).

Metodologi

Bahan yang digunakan

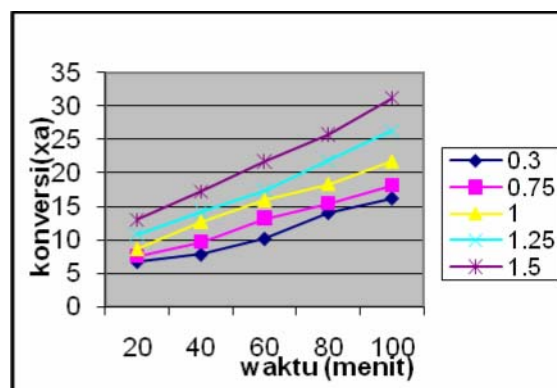
Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan CaCO_3 adalah sebagai berikut :
Limbah padat pupuk ZA diperoleh dari limbah pupuk ZA pabrik PT Petrokimia Gresik.
Soda abu dan Aquadest

Diagram Alir Proses Pembuatan Kalsium Karbonat



Hasil dan Pembahasan

Untuk mendapatkan CaCO_3 dari limbah pupuk ZA dilakukan penelitian dengan memvariasikan peubah yang ditunjukkan dalam gambar dibawah ini :



Gambar1: Hubungan waktu reaksi terhadap konversi untuk berbagai perbandingan mol Ca(OH)_2 dan Na_2CO_3 pada suhu 80°C .

Dari gambar .1. dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu reaksi pada berbagai perbandingan mol maka konversi yang diperoleh semakin tinggi. Suhu yang semakin tinggi mempengaruhi kereaktifan molekul-molekul untuk bergerak semakin besar sehingga semakin sering terjadi tumbukan antar molekul, sehingga reaksi berlangsung dengan baik dan mengakibatkan konversi semakin besar.

Konstanta laju Reaksi dan Orde reaksi.

Penentuan orde dan laju reaksi mengarah pada orde satu dapat dilihat pada persamaan :

$$-\ln (1 - X_a) = k \cdot t$$

Dimana :

X_a = konversi

t = waktu reaksi, menit

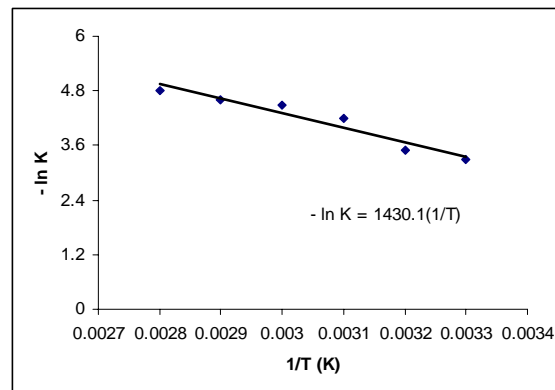
k = tetapan laju reaksi, menit^{-1}

Pembuatan CaCO_3 dari limbah pupuk ZA dan Na_2CO_3 merupakan reaksi orde satu. Apabila harga k yang diperoleh dibuat hubungan antara $-\ln k$ dengan $1/T$ maka diperoleh hubungan garis lurus

$$K = K_o \cdot e^{-E/RT}$$

$$\ln K = -\frac{E}{RT} + \ln K_o$$

Dimana persamaan diatas apabila dihubungkan antara $\ln K$ dengan $1/T$ akan diperoleh E/R sebagai slope dan $\ln K_o$ sebagai intercepnya.



Gambar 2.. Hubungan antara $\ln K$ terhadap $1/T$ pada berbagai suhu untuk perbandingan mol Ca(OH)_2 dan Na_2CO_3 1 : 1.5

Hubungan antara suhu dengan $-\ln K$ diperoleh garis lurus (linier) dan harga k sebagai konstanta kecepatan reaksi, maka pembuatan CaCO_3 dari limbah pupuk ZA dan Na_2CO_3 dengan pengaruh suhu dan waktu merupakan reaksi orde satu. Factor frekuensi tumbukan (K_o) sebesar $0,0252 \text{ menit}^{-1}$, konstanta kecepatan reaksi didapat $0,00044 \text{ menit}^{-1}$ dan energy pengaktifannya (E) sebesar $2841,6087 \text{ cal/mol}$.



Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan :

1. Reaksi pembuatan Kalsium Karbonat (CaCO_3) dari limbah pupuk ZA dengan Natrium karbonat (Na_2CO_3) merupakan reaksi orde satu.
2. Perbandingan mol reaktan yang dihasilkan konversi terbesar yaitu sebesar 31,12% adalah perbandingan mol 1 : 1,5 pada suhu 80°C dan waktu reaksi 100 menit.
3. Faktor frekuensi tumbukan (K_o) sebesar $0,0252 \text{ menit}^{-1}$, konstanta kecepatan reaksi didapat $0,00044 \text{ menit}^{-1}$ dan energy pengaktifannya (E) sebesar $2841,6087 \text{ cal/mol}$.
4. Persamaan laju reaksinya $-r_A = 0,00044 C_A$
5. Semakin lama waktu reaksi semakin besar pula konversinya karena pengadukan memperbesar terjadinya tumbukan antar partikel.

Daftar Pustaka

Ayres Frank, Jr., "Theory and problem of Calculus", edisi 2, Mc Graw-Hill, New York, 1972
Levenspiel, Octave, "Chemical Reaction Engineering", 2th ed, John Wiley, New York, 1992
Underwood and Day, "Analisa Kimia Kuantitatif", Edisi ke-3, Erlangga, Jakarta, 1986.